

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-273763
(P2007-273763A)

(43) 公開日 平成19年10月18日(2007.10.18)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
H O 1 L 33/00 (2006.01) H O 1 L 33/00 N 5 F O 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2006-98239 (P2006-98239)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成18年3月31日 (2006.3.31)	(74) 代理人	100098785 弁理士 藤島 洋一郎
		(74) 代理人	100109656 弁理士 三反崎 泰司
		(72) 発明者	伊藤 靖 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	林 正健 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

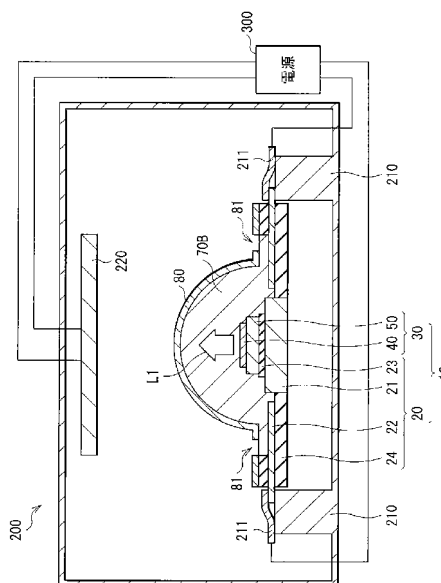
(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 硬化性樹脂が半導体素子から剥離することのない半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 半導体発光素子10およびキャップ部80をオープン200の台座210に載置したのち、接続端子部211, 211を端子部22, 22に接触させて、半導体発光素子10を点灯可能にする。続いて、樹脂注入器から混合溶液70Bをキャップ部80の開口部81に流し込んで、半導体発光素子10とキャップ部80との間に混合溶液70Bを充填したのち、電源300から発光部40に電圧を印加して、発光部40から光L1を射出させると共に発光部40を発熱させ、同時に、電源300から加熱器220に電圧を印加して、加熱器220を発熱させる。

【選択図】 図6



- 【特許請求の範囲】
- 【請求項 1】
半導体素子のうち少なくとも一部の表面を硬化性樹脂中に浸す工程と、
前記半導体素子に電圧を印加して、前記半導体素子から発生する熱により前記硬化性樹脂を硬化させる工程と
を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。
- 【請求項 2】
前記半導体素子に電圧を印加すると共に、前記半導体素子以外の熱源を用いて、前記硬化性樹脂を前記硬化性樹脂の内側および外側から硬化させる
ことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。 10
- 【請求項 3】
前記硬化性樹脂の内側の温度が前記硬化性樹脂の外側の温度と等しいかそれ以上となるように、前記半導体素子および前記半導体素子以外の熱源の駆動条件をそれぞれ設定することを特徴とする請求項 2 に記載の半導体装置の製造方法。
- 【請求項 4】
前記硬化性樹脂は、屈折率が 1.6 以上 1.8 以下の透明な樹脂であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。
- 【請求項 5】
前記半導体素子は、発光ダイオードであることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。 20
- 【請求項 6】
前記半導体素子を前記硬化性樹脂中に浸す前に、前記硬化性樹脂を予備的に重合反応させる工程をさらに含む
を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。
- 【請求項 7】
硫黄を含有する硬化性樹脂を予備的に重合反応させる工程と、
露出した金属部分を有する半導体素子のうち少なくとも前記金属部分を含む表面を前記重合反応させた硬化性樹脂中に浸す工程と、
前記表面を浸した状態で、前記重合反応させた硬化性樹脂を硬化させる工程と
を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。 30
- 【請求項 8】
前記重合反応させた硬化性樹脂を母型に流し込むことにより、前記表面を前記重合反応させた硬化性樹脂中に浸す
ことを特徴とする請求項 7 に記載の半導体装置の製造方法。
- 【請求項 9】
前記重合反応させた硬化性樹脂を前記表面に滴下することにより、前記表面を前記重合反応させた硬化性樹脂中に浸す
ことを特徴とする請求項 7 に記載の半導体装置の製造方法。
- 【請求項 10】
前記硬化性樹脂は、熱硬化性樹脂であり、
加熱により前記硬化性樹脂を重合反応させる
ことを特徴とする請求項 7 に記載の半導体装置の製造方法。 40
- 【請求項 11】
前記硬化性樹脂は、光硬化性樹脂であり、
光の照射により前記硬化性樹脂を重合反応させる
ことを特徴とする請求項 7 に記載の半導体装置の製造方法。
- 【請求項 12】
前記硬化性樹脂は、屈折率が 1.6 以上 1.8 以下の、硫黄を含有する透明な樹脂である
ことを特徴とする請求項 7 に記載の半導体装置の製造方法。 50

【請求項 13】

前記半導体素子は、発光ダイオードであることを特徴とする請求項7に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 14】

露出した金属部分を有する半導体素子と、予備的に重合反応させた、硫黄を含有する硬化性樹脂を、前記半導体素子のうち少なくとも前記金属部分を含む表面に接触させた状態で、重合反応させることにより形成された封止部とを備えたことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は硬化性樹脂により形成された封止部を備える半導体装置およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード(LED; Light Emitting Diode)等の半導体発光装置はその用途に応じて様々な構成を採り得るが、例えば、図14に示したように、リードフレーム120上に半導体チップ130を有する半導体発光素子110と、その半導体発光素子110上に設けられた封止部170と、その封止部170上に設けられたキャップ部180とを備えたものがある。

20

【0003】

ここで、リードフレーム120は、半導体チップ130の熱を放散するスラグ部121と、半導体チップ130の電極と他の電子部品などとを互いに電氣的に接続するため端子部122、122と、スラグ部121に半導体チップ130を固定するための接着層123と、スラグ部121、端子部122、122およびキャップ部180を保持するフレーム部124と、を有している。半導体チップ130は、図15に拡大して示したように、サブマウント基板150上に発光部140を設けたものである。発光部140は、基板141上にn型半導体層142、発光領域(図示せず)を有する活性層143およびp型半導体層144をこの順に積層して構成されたものであり、p型半導体層144側からn型半導体層142の一部までを選択的にエッチングして形成されたメサ部145を有する。また、基板141とは反対側の表面に、p側電極146およびn側電極147がそれぞれ形成されている。p側電極146はp型半導体層144の表面に形成され、n側電極147はn型半導体層142の露出面に形成されている。サブマウント基板150は、絶縁層151と、引出電極152、152とを有している。また、p側電極146およびn側電極147と、引出電極152、152とはバンプ153、153で電氣的に接続されている。なお、リードフレーム120の端子部122と、サブマウント基板150の引出電極152、153とは、ワイヤ160、160で互いに電氣的に接続されている。封止部170は、半導体チップ130に対応して半球形状を有しており、キャップ部180は、封止部170の半球形状以外の部分と接する部分に、開口部181、181を有している。

30

40

【0004】

この半導体発光装置は、例えば照明装置に適用されるものであり、封止部170は、半導体チップ130を外部環境から保護するだけでなく、レンズとして兼用されている。なお、眼鏡用レンズの技術分野では、眼鏡用レンズの材料として、例えば、特許文献1または特許文献2に記載の材料が用いられている。

【0005】

【特許文献1】特開2005-338109号公報

【特許文献2】特開2005-345484号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0006】

ところで、半導体発光装置の外部量子効率、内部量子効率と光取り出し効率との2つの要素からなり、これらの効率を改善することにより、長寿命、低消費電力、かつ、高出力の半導体発光素子を実現することが可能となる。ここで、前者の内部量子効率は、例えば、結晶欠陥や、転位、不純物準位の少ない良質な結晶が得られるように成長条件を正確に管理したり、コンタクト抵抗を抑制することの可能な層構造とすることにより改善される。一方、後者の光取り出し効率は、例えば、活性層143から発光した光が半導体発光素子110中の活性層143などで吸収される前に半導体発光素子110と封止部170との界面に対して臨界角未満で入射する割合が多くなるような幾何形状や層構造とすることにより改善される。また、半導体発光素子110と封止部170との界面における屈折率差を小さくして、その界面における臨界角を大きくすることによっても改善される。なお、本明細書において「臨界角」とだけ表現した場合には、光が半導体発光素子110側から封止部170側へ進むときの、半導体発光素子110と封止部170との界面における臨界角を指すものとする。

10

【0007】

このように、内部量子効率や光取り出し効率の改善策は種々考えられるが、この中から、後者の光取り出し効率の向上について考察する。従来から、封止部170の材料としてエポキシ樹脂やシリコン樹脂などが主に用いられている。ところが、これらの樹脂では屈折率が1.5程度しかないので、基板141が屈折率1.5よりも大きい材料、例えば、屈折率1.7~1.8程度のサファイアで構成されている場合には、基板141と封止部170との界面における屈折率差が大きくなる。そのため、その界面における臨界角が小さくなるので、光が半導体チップ130側から封止部170側へ進んだときに、その界面で全反射したりフレネル反射を生じる割合が増大する。その結果、反射された光の多くは半導体チップ130内の活性層143などで吸収されてしまうので、従来材料では、光取り出し効率を向上させることが容易ではなかった。

20

【0008】

そこで、封止部170の材料として、例えば、特許文献1または特許文献2に記載されているような、屈折率の高い硬化性樹脂170B(屈折率 $n_2 = 1.6$ 以上 1.8 以下)を用いることが考えられる。この硬化性樹脂170Bは、(1)耐熱性に優れ、100を大きく超える環境でも使用することが可能であるので、半導体発光装置のような発熱性のデバイスの封止剤として適しており、(2)従来の樹脂と比べて一般に密着性に優れており、(3)可塑性ではなく、硬化性である、という3つの利点を有している。

30

【0009】

ところが、この硬化性樹脂170Bは、加熱や光照射により収縮硬化するという性質を有している。そのため、例えば、図16に示したように、封止部170がまだ形成されていない半導体発光装置をオープン200の台座210上に載置したのち、樹脂注入器230から硬化性樹脂170Bをキャップ部180の注入口151に流し込み、続いて、電源300から電力を供給してオープン200の加熱器230を駆動し、これにより硬化性樹脂170Bを加熱し硬化させて封止部170を形成することによって半導体発光装置を製造すると、半導体発光素子110と封止部170との間に間隙が生じることがあった。つまり、硬化性樹脂170Bを硬化させる過程において硬化性樹脂170Bが半導体発光素子110の表面から剥離してしまうという問題があった。

40

【0010】

このように、硬化性樹脂170Bが半導体発光素子110の表面から剥離すると、半導体発光素子110と、屈折率1の間隙との界面における屈折率差に基づいて臨界角が規定されるので、その界面で全反射したりフレネル反射を生じる割合が従来よりもさらに増大し、光取り出し効率が激減してしまう。

【0011】

また、このような剥離の問題は、上記した半導体発光装置の技術分野だけでなく、硬化性樹脂を用いて半導体素子を封止するような技術分野においても同様に生じ得るものであ

50

る。

【0012】

ところで、上記した硬化性樹脂には、硫黄を含有しているものがある。硫黄は一般に金属との反応性が高い元素として知られている。そのため、電極や、電極に接続されたワイヤ、他の電子部品などと電氣的に接続するため端子部など、金属により構成されるものを構成要素として有している半導体素子に対して、硬化性樹脂を接触させ続けると、硬化性樹脂に含まれる硫黄が半導体素子の金属部分と反応してしまう。その結果、半導体素子が劣化したり損傷してしまうという問題があった。

【0013】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、硬化性樹脂が半導体素子から剥離することのない半導体装置の製造方法を提供することにある。また、第2の目的は、硬化性樹脂に含まれる硫黄によって半導体素子が劣化したり損傷する虞のほとんどない半導体装置の製造方法、およびその製造法によって製造された半導体装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の第1の半導体装置の製造方法は、以下の2つの工程を行うものである。

(A1) 半導体素子のうち少なくとも一部の表面を硬化性樹脂中に浸す工程

(A2) 半導体素子に電圧を印加して、半導体素子から発生する熱により硬化性樹脂を硬化させる工程

20

【0015】

本発明の第1の半導体装置の製造方法では、半導体素子に電圧を印加して、半導体素子から発生する熱を利用して硬化性樹脂を硬化させる。これにより、硬化性樹脂のうち半導体素子の表面と接する側から硬化が始まる。

【0016】

本発明の第2の半導体装置の製造方法は、以下の3つの工程を行うものである。

(B1) 硫黄を含有する硬化性樹脂を予備的に重合反応させる工程

(B2) 露出した金属部分を有する半導体素子のうち少なくとも金属部分を含む表面を重合反応させた硬化性樹脂中に浸す工程

(B3) 表面を浸した状態で、重合反応させた硬化性樹脂を硬化させる工程

30

【0017】

本発明の第2の半導体装置の製造方法では、半導体素子のうち少なくとも金属部分を含む表面に硬化性樹脂を接触させる前に、予備的に硬化性樹脂の重合反応を進行させるおく。これにより、硬化性樹脂に含まれる硫黄は重合反応により他の元素と分子結合し、硫黄の金属部分との反応性が著しく低下する。

【発明の効果】

【0018】

本発明の第1の半導体装置の製造方法によれば、半導体素子に電圧を印加して、硬化性樹脂のうち半導体素子の表面と接する側から硬化が始まるようにしたので、硬化性樹脂の収縮硬化によって、硬化性樹脂が半導体素子の表面から剥離する虞はない。

40

【0019】

本発明の第2の半導体装置の製造方法によれば、予備的に硬化性樹脂の重合反応を進行させた上で、硬化性樹脂を半導体素子のうち少なくとも金属部分を含む表面に接触させるようにしたので、硫黄の金属部分との反応性が抑制される。これにより、半導体素子の金属部分が劣化したり損傷を受ける前に硬化性樹脂の硬化を完了させることができる。従って、硬化性樹脂に硫黄が含まれていても、それによって半導体素子の金属部分が劣化したり損傷する虞はない。また、この製造方法を用いることにより、硬化性樹脂に硫黄が含まれていても、それによって半導体素子の金属部分が劣化したり損傷する虞がないので、信頼性の高い半導体装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0020】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0021】

図1は、本発明の一実施の形態に係る発光ダイオード1（半導体装置）の断面構造を表すものである。この発光ダイオード1は、リードフレーム20上に半導体チップ30を有する半導体発光素子10と、その半導体発光素子10（半導体素子）上に設けられた封止部70と、その封止部70上に設けられたキャップ部80とを備えたものである。図2は、その半導体発光素子10の断面構成を拡大して表すものである。なお、図1、図2は、模式的に表したものであり、実際の寸法、形状とは異なっている。

【0022】

リードフレーム20は、その中央部分にスラグ部21を、スラグ部21の周辺部分に端子部22, 22を、スラグ部21上に接着層23をそれぞれ有している。このリードフレーム20はまた、スラグ部21の周辺部分ならびに端子部22, 22の上面の一部および下面にフレーム部24を有している。ここで、スラグ部21は、半導体チップ30からの熱を放散するためのものであり、例えば放熱板からなる。端子部22, 22は、半導体チップ30のp側電極46およびn側電極67（後述）と他の電子部品などとを互いに電気的に接続するためのものであり、例えば平板状の金（Au）からなる。接着層23は、スラグ部21に半導体チップ30を固定するためのものであり、例えば銀を含有するエポキシ系接着剤からなる。フレーム部24は、スラグ部21、端子部22, 22およびキャップ部80を保持するためのものであり、例えば絶縁材からなる。

10

20

【0023】

半導体チップ30は、図2に拡大して示したように、サブマウント基板50上に発光部40を設けたものである。

【0024】

発光部40は、基板41上にn型半導体層42、発光領域を有する活性層43およびp型半導体層44をこの順に積層して構成されたものであり、p型半導体層44側からn型半導体層42の一部までを選択的にエッチングして形成されたメサ部45を有する。そして、基板41とは反対側の表面に、p側電極46およびn側電極47がそれぞれ形成されている。p側電極46はp型半導体層44の表面に形成され、n側電極47はn型半導体層42の露出面に形成されている。ここで、基板41は、サブマウント基板50とは反対側に設けられており、発光領域からの光を透過することが可能な材料、例えばサファイアからなる。つまり、発光部40は、発光領域からの光を、基板41側（上面側）から出力することの可能な上面発光型の発光素子である。n型半導体層42、活性層43およびp型半導体層44は、例えば、GaN系またはInGaN系の半導体材料からなる。p側電極46は、高反射膜、例えば、チタン（Ti）、白金（Pt）およびAuをこの順に積層した多層膜からなり、p型半導体層44と電気的に接続されている。n側電極47は、例えば、Auとゲルマニウム（Ge）との合金、NiおよびAuをこの順に積層した多層膜からなり、n型半導体層42と電気的に接続されている。

30

【0025】

サブマウント基板50は、絶縁層51と、引出電極52, 52とを有しており、引出電極52, 52と、p側電極46およびn側電極47とはバンプ53, 53を介して電気的に接続されている。ここで、絶縁層51は、例えば、シリコンや金属窒化物からなり、引出電極52, 52は、高反射率の金属材料、例えば、金（Au）、銅（Cu）、ニッケル（Ni）などからなる。なお、リードフレーム20の端子部22と、サブマウント基板50の引出電極52, 53とは、ワイヤ60, 60で互いに電気的に接続されている（図1）。バンプ53は、例えば圧着などによりp側電極46およびn側電極47と、引出電極52, 52とを互いに接着すると共に、互いに電気的に接続させることの可能な金属材料、例えばAu半田からなる。

40

【0026】

封止部70は、半導体チップ30上に設けられており、発光部40に対応して半球形状

50

を有している。封止部 70 の中央部分に半導体チップ 30 およびワイヤ 81, 81 が埋め込まれており、端子部 22, 22 の一部の表面が封止部 70 に接している。これにより、封止部 70 は、半導体チップ 30 およびワイヤ 81, 81 を外部環境から保護するだけでなく、光の配光制御を行うレンズとしても機能するようになっている。

【0027】

この封止部 70 は、屈折率の高い硬化性樹脂（屈折率 $n_2 = 1.6$ 以上 1.8 以下）により構成されている。このような高屈折率の硬化性樹脂としては、例えば、硫黄や環状炭化水基を含有するエポキシ系樹脂、シリコン系樹脂、アクリル系樹脂、ウレタン系樹脂が、ポリチオウレタン系樹脂ある。なお、この硬化性樹脂は、モノマーの硬化性樹脂と重合触媒との混合溶液 70B を、重合反応による硬化によって得られるものである。これにより、半導体チップ 30 の光射出側の表面（基板 41）がエポキシ樹脂やシリコン樹脂などの屈折率（屈折率 $n_3 = 1.5$ 程度）よりも高い材料、例えばサファイア（屈折率 $n_1 = 1.76$ 程度）からなる場合（図 3 参照）には、封止部 70 の材料としてエポキシ樹脂やシリコン樹脂などの低屈折率材料を用いた場合と比べて、光が半導体チップ 30 側から封止部 70 側に進んだときの、半導体チップ 30 と封止部 70 との界面における臨界角が極めて大きくなる。なお、基板 41 が封止部 70 よりも低い屈折率の材料からなる場合には、光が半導体チップ 30 側から封止部 70 側に進んだときに、半導体チップ 30 と封止部 70 との界面で全反射することはない。

10

【0028】

ところで、上記した混合溶液 70B は、上記したように、モノマーの硬化性樹脂と重合触媒とを互いに混合することにより得られた溶液であり、加熱処理前のものであることから、この溶液の重合度はほとんどゼロである。すなわち、粘性が水のように非常に低く、流動性が極めて高い。そのため、本実施の形態では、そのような流動性の極めて高い混合溶液 70B を保持できるようにするために、後述するようにドーム形状のキャップ部 80 を用いている。

20

【0029】

キャップ部 80 は、例えばポリカーボネート系樹脂や、シクロオレフィン系樹脂、ガラスなどからなる。このキャップ部 80 は、封止部 70 の半球形状に対応してドーム形状を有しており、封止部 70 の半球形状以外の部分に対応して開口部 81, 81 を有している。この開口部 81 は、後述するように、樹脂注入器 230 を用いて半導体チップ 30 と、キャップ部 80 との空隙に混合溶液 70B を注入するための孔であり、混合溶液 70B を注入することによりその孔は塞がれることとなる。

30

【0030】

このような構成を有する発光ダイオード 1 は、例えば次のようにして製造することができる。なお、半導体発光素子 10 およびキャップ部 80 は公知の製造方法で製造することが可能であることから、その製造方法についての説明は省略し、以下では、半導体発光素子 10 上にキャップ部 80 を形成した後に、封止部 70 を設ける際の製造方法の一例について説明する。

【0031】

さて、半導体発光素子 10 とキャップ部 80 との間隙に封止部 70 を設けるに際しては、図 4 に示したようなオープン 200 が用いられる。このオープン 200 には、半導体発光素子 10 を載置する台座 210 が底部に設けられており、この台座 210 の上面に電源 300 の端子と接続された接続端子部 211 が設けられている。ここで、半導体発光素子 10 の発光部 40 は、投入エネルギーのおよそ 80% が熱に変換されることから、熱源として十分に機能させることが可能である。これにより、電源 300 から半導体発光素子 10 の発光部 40 に電圧を印加して、発光部 40 を発光させると共に発熱させ、その熱で混合溶液 70B を加熱することが可能である。また、このオープン 200 には、発光部 40 とは別個の熱源として、加熱器 220 が上部に設けられている。これにより、電源 300 から加熱器 220 に電圧を印加して、加熱器 220 を発熱させ、その熱で混合溶液 70B を加熱することが可能である。つまり、このオープン 200 は混合溶液 70B を加熱する

40

50

ことの可能な熱源を2つ有しており、その一方が混合溶液70Bの内側から、他方が混合溶液70Bの外側から、それぞれ別個にまたは同時に混合溶液70Bを加熱することができるようになっている。なお、以下では、発光部40および加熱器220を同時に駆動させた場合について説明する。

【0032】

まず、半導体発光素子10およびキャップ部80をオープン200の台座210に載置したのち、接続端子部211, 211を端子部22, 22に接触させて、半導体発光素子10を点灯可能にする(ステップS1、図4、図7)。続いて、樹脂注入器230から混合溶液70Bをキャップ部180の注入口151に流し込んで、半導体発光素子10とキャップ部80との間に混合溶液70Bを充填する(ステップS2、図5、図7)。

10

【0033】

その後、電源300から発光部40に電圧を印加して、発光部40から光L1を射出させると共に発光部40を発熱させ、それと同時に、電源300から加熱器230に電圧を印加して、加熱器230を発熱させる(ステップS3、図6、図7)。

【0034】

このとき、発光部40の温度がオープン200の雰囲気温度と等しいかそれ以上となるように、発光部40および加熱器230の駆動条件をそれぞれ設定することが好ましい。ただし、発光部40の温度を、発光部40の劣化の生じ得る温度(例えば120程度)よりも低い値に設定することが必要である。例えば、オープン200の雰囲気温度を80とした場合に、発光部40の温度を90に設定するときを考える。まず、半導体発光素子10および台座210, 210の全体の熱抵抗が40/Wであったとする。このとき、発光部40の温度をオープン200の雰囲気温度よりも10だけ大きくするためには、形式的には、 $10 / (40 / W) = 0.25 W$ を発光部40に投入すればよいが、実際には、投入エネルギーのおおよそ80%が熱に変換されるので、 $0.25 W / 0.8 = 0.31 W$ を投入すればよいことがわかる。

20

【0035】

これにより、混合溶液70Bが発光部40側から加熱され硬化されると共に、キャップ部80側からも加熱され硬化され、その結果、混合溶液70Bから封止部70を形成することができる。このようにして、本実施の形態の発光ダイオード1が製造される。

【0036】

次に、本実施の形態の発光ダイオード1の作用・効果について説明する。この発光ダイオード1では、p側電極46とn側電極47との間に所定の電圧が印加されると、n側電極47から電子が、p側電極46から正孔がそれぞれ活性層43へ注入される。そして、この活性層43に注入された電子と正孔が再結合することにより活性層43から光子が発生し、その結果、発光光が基板41の裏面から封止部70およびキャップ部80を介して外部に射出される。このとき、外部に射出される光は封止部50およびキャップ部80の半球状の界面によって配光制御される。

30

【0037】

ここで、封止部70の材料として、仮にエポキシ樹脂やシリコン樹脂などの低屈折率($n_3 = 1.5$ 程度)の材料を用いた場合に、半導体チップ30の基板41として例えば屈折率 n_1 が1.76程度のサファイアを用いたときには、図3(A)に示したように、基板41と封止部70との界面における屈折率差が大きくなる。そのため、光が基板41側から封止部70側に進んだときの、基板41と封止部70との界面における臨界角が小さくなるので、光が半導体チップ30側から封止部70側に進んだときに、半導体チップ30と封止部70との界面で全反射したりフレネル反射を生じる割合が多くなる。その結果、反射された光の多くは半導体チップ30内の活性層43などで吸収されてしまうので、このような構成をとった場合には、光取り出し効率は低くなる。

40

【0038】

一方、本実施の形態では、封止部70の材料として屈折率の高い硬化性樹脂(屈折率 $n_2 = 1.6$ 以上1.8以下)を用いるようにしたので、半導体チップ30の基板41とし

50

てエポキシ樹脂やシリコン樹脂などの屈折率（屈折率 $n_3 = 1.5$ 程度）よりも高い材料、例えば屈折率 n_1 が 1.76 程度のサファイアを用いた場合には、封止部 70 の材料としてエポキシ樹脂やシリコン樹脂などの低屈折率材料を用いた場合と比べて、光が半導体チップ 30 側から封止部 70 側に進んだときの、半導体チップ 30 と封止部 70 との界面における臨界角を極めて大きくすることができる。なお、半導体チップ 30 の基板 41 として封止部 70 よりも低い屈折率の材料を用いた場合には、光が基板 41 側から封止部 70 側に進んだときに、基板 41 と封止部 70 との界面で全反射することはない。したがって、基板 41 側から封止部 70 側に進む光が基板 41 と封止部 70 との界面で全反射したりフレネル反射を生じる割合を極めて小さくすることができるので、光取り出し効率を向上させることができる。

10

【0039】

なお、上記の作用・効果は、図 3 (B) に示したように、基板 41 と封止部 70 とが隙間なく互いに接していることが前提となる。つまり、基板 41 と封止部 70 との間にサブミクロンでも空隙がある場合には、臨界角は基板 41 と空隙との関係で規定されてしまうので、たとえ封止部 70 の材料として屈折率の高い硬化性樹脂を用いたとしても、光取り出し効率を向上させることはできない。一方、本実施の形態では、混合溶液 70 B が加熱温度の高い領域から順次重合反応により硬化していくという性質を積極的に利用して、発光部 40 を発熱させ、その熱で混合溶液 70 B を発光部 40 側から加熱し硬化させるようにしたので、混合溶液 70 B の収縮硬化による歪（応力）を発光部 40 にほとんど伝えないようにすることが可能となる。これにより、混合溶液 70 B を硬化させる過程において、混合溶液 70 B が半導体発光素子 10 の表面から剥離する虞をなくすることができるので、光取り出し効率を確実に向上させることができる。

20

【0040】

また、本実施の形態では、発光部 40 を発熱させると共に、加熱器 220 も発熱させるようにしたので、混合溶液 70 B の内側の温度を混合溶液 70 B の外側の温度とおおよそ等しくしたり、混合溶液 70 B の外側の温度よりも高くすることが可能となる。これにより、加熱器 220 だけで混合溶液 70 B を加熱し硬化させた場合と比べて、硬化の完了までに要する時間を短縮することができるので、生産性を高めることができる。

【0041】

また、本実施の形態では、発光部 40 を発光・発熱させた状態で、混合溶液 70 B を硬化させるようにしたので、発光ダイオード 1 を使用しているときとほとんど同じ条件で、混合溶液 70 B を硬化させることができる。これにより、加熱器 220 だけで混合溶液 70 B を加熱した場合のように、混合溶液 70 B の内側の温度が低い状態で混合溶液 70 B を硬化させた場合と比べて、発光ダイオード 1 を使用しているときに、発光部 40 が封止部 70 から受ける応力の大きさを低減することができる。その結果、発光ダイオード 1 の使用時に、封止部 70 が半導体発光素子 10 に損傷を与えたり、半導体発光素子 10 から剥離する虞がなくなるので、信頼性を高めることができる。

30

【0042】

以上、実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、種々変形可能である。

40

【0043】

例えば、上記実施の形態では、発光部 40 および加熱器 230 に同時に電圧を印加して、混合溶液 70 B を内側および外側から加熱し硬化させるようにしていたが、発光部 40 だけに電圧を印加して、混合溶液 70 B を内側から加熱し硬化させるようにしてもよい。そのような場合であっても、上記実施の形態と同様、混合溶液 70 B の収縮硬化による歪を発光部 40 に伝えないようにすることが可能であり、混合溶液 70 B を硬化させる過程において、混合溶液 70 B が半導体発光素子 10 の表面から剥離する虞をなくすることができ、光取り出し効率を確実に向上させることができるからである。

【0044】

また、上記実施の形態では、半導体発光素子 10 から離れた場所に加熱器 220 を設け

50

ていたが、図 8 に示したように、半導体発光素子 10 を上側加熱器 221 と下側加熱器 222 とで挟み込んで、混合溶液 70B を加熱し硬化させるようにしてもよい。

【0045】

また、上記実施の形態では、流動性の極めて高い混合溶液 70B を用いて、封止部 70 を形成するようにしていたが、混合溶液 70B を開口部 81 に注入する前に、混合溶液 70B を予備的に重合反応させ、流動性を低下させた後に、開口部 81 に注入するようにしてもよい。ここで、「予備的に」とは、混合溶液 70B を樹脂注入器 230 に入れたまま常温の外部環境にしばらく放置したり、自然光に照射させるなど、混合溶液 70B の流動性を低下させるような作用を混合溶液 70B に対して意識的に与えていないケースを排除することを意味しており、また、混合溶液 70B を加熱したり、所定の光を照射するなど、混合溶液 70B の流動性を低下させるための行為を積極的に行うケースを含めることを意味している。これにより、混合溶液 70B の流動性を低下させる工程と、混合溶液 70B を硬化させる工程とを分離することができるので、混合溶液 70B の流動性を低下させる工程を前工程として別個に行っておくことにより、混合溶液 70B を開口部 81 に注入した後の、硬化工程に要する時間を短縮することができる。

10

【0046】

また、このように混合溶液 70B の流動性を低下させる工程を前工程として別個に行うことにより、硬化工程を行う前に、混合溶液 70B をある程度収縮させることができる。これにより、硬化工程における混合溶液 70B の収縮率が必然的に小さくなるので、混合溶液 70B の収縮硬化による発光部 40 への歪（応力）をほとんどなくすることができる。従って、硬化収縮による半導体発光素子 10 の性能劣化や、損傷が生じる虞はない。

20

【0047】

また、このように硬化工程に要する時間を短縮することができるので、硬化工程における高温による半導体発光素子 10 の性能劣化や、損傷も生じる虞はない。

【0048】

また、混合溶液 70B を注入する開口部 81 が上面に存在していなくても、混合溶液 70B を注入したり、注入した混合溶液 70B を保持することが可能となるので、種々の方法を用いて発光ダイオードを製造することが可能となる。以下に、例えば、図 9 に示したような、キャップ部 80 を有しない発光ダイオード 2 の製造方法について、いくつか例示する。なお、図 9 では、リードフレーム 20 の代わりに、金属板 91、絶縁層 92、端子部 93 および接着層 93 を有する基板 90 を用いている。

30

【0049】

例えば、図 10 (A) ~ (C) に示したように、半導体チップ 30 が搭載された基板 90 の半導体チップ 30 に対応して、母型 240 を配置したのち、母型 240 と基板 90 との隙間から、流動性の低下した混合溶液 70B を注入し、母型 240 内部を混合溶液 70B で充填する。その後、発光部 40 に電圧を印加して、混合溶液 70B を加熱し硬化させる。このようにして封止部 70 を形成することにより、発光ダイオード 2 を製造することができる。

【0050】

その他に、例えば、図 11 (A) ~ (C) に示したように、半導体チップ 30 が搭載された基板 90 の半導体チップ 30 に対応して、流動性の低下した混合溶液 70B を滴下する。そして、混合溶液 70B が所定の形状になったところで、発光部 40 に電圧を印加して、混合溶液 70B を加熱し硬化させる。このようにして封止部 70 を形成することにより、発光ダイオード 2 を製造することもできる。

40

【0051】

また、例えば、図 12 (A) ~ (D) に示したように、複数の半導体チップ 30 が搭載された基板 90 上に、流動性の低下した混合溶液 70B を塗布したのち、各半導体チップ 30 に対応して窪みを有する母型 250 を塗布された混合溶液 70B に埋め込む。その後、発光部 40 に電圧を印加して、混合溶液 70B を加熱し硬化させる。このようにして封止部 70 を形成することにより、発光ダイオード 3 を製造することもできる。

50

【0052】

なお、例えば、図13に示したように、基板90上に、半導体チップ30の周囲を囲むように反射構造体95を設けた場合には、反射構造体95の内側、すなわち半導体チップ30上に混合溶液70Bを満たすことができるので、上記のような母型は必要ない。この場合には、反射構造体95の内側に流動性の低下した混合溶液70Bを満たしてドーム形状にしたのち、発光部40に電圧を印加して、混合溶液70Bを加熱し硬化させる。このようにして封止部70を形成することにより、発光ダイオード4を製造することもできる。

【0053】

ところで、硬化性樹脂が硫黄を含有している場合には、このように混合溶液70Bの重合反応を進行させておくことにより、硬化性樹脂に含まれる硫黄が重合反応により他の元素と分子結合し、硫黄の金属との反応性を著しく低下させることができる。これにより、端子部22、22や、p側電極46、n側電極67、引出電極52、52およびワイヤ60、60などの金属部分が混合溶液70Bと接触しても、混合溶液70Bに含まれる硫黄の、これらの金属部分との反応性を抑制することができる。その結果、これらの金属部分が劣化したり損傷を受ける前に、混合溶液70Bの硬化を完了させることができるので、硬化性樹脂に硫黄が含まれていても、それによって金属部分が劣化したり損傷する虞はない。従って、信頼性の高い発光ダイオードを実現することができる。

【0054】

また、このように混合溶液70Bの重合反応をあらかじめ進行させておくことにより、硬化工程において、硫黄の悪臭が周囲に拡散しなくなるので、混合溶液70Bの取り扱いが容易になる。

【0055】

また、上記実施の形態および変形例では、本発明を発光ダイオードに適用した場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、他の半導体装置、例えば、有機EL装置、パワーICなどにも適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明の一実施の形態に係る発光ダイオードの断面構成図である。

【図2】図1の半導体チップの断面構成図である。

【図3】基板と封止部との界面およびその近傍における屈折率の分布図である。

【図4】図1の発光ダイオードの製造工程を説明するための断面構成図である。

【図5】図4の続きの製造工程を説明するための断面構成図である。

【図6】図5の続きの製造工程を説明するための断面構成図である。

【図7】図1の発光ダイオードの製造工程を説明するための流れ図である。

【図8】図1の発光ダイオードの他の製造方法を説明するための断面構成図である。

【図9】一変形例に係る発光ダイオードの断面構成図である。

【図10】図9の発光ダイオードの製造工程を説明するための流れ図である。

【図11】図9の発光ダイオードの他の製造方法を説明するための断面構成図である。

【図12】他の変形例に係る発光ダイオードの製造工程を説明するための断面構成図である。

【図13】他の変形例に係る発光ダイオードの断面構成図である。

【図14】従来の発光ダイオードの断面構成図である。

【図15】図14の半導体チップの断面構成図である。

【図16】図14の発光ダイオードの製造工程を説明するための断面構成図である。

【符号の説明】

【0057】

1～4...発光ダイオード、10...半導体発光素子、20...リードフレーム、21...スラグ部、22...端子部、23...接着層、24...フレーム部、30...半導体チップ、40...発光部、41...基板、42...n型半導体層、43...活性層、44...p型半導体層、45...メ

10

20

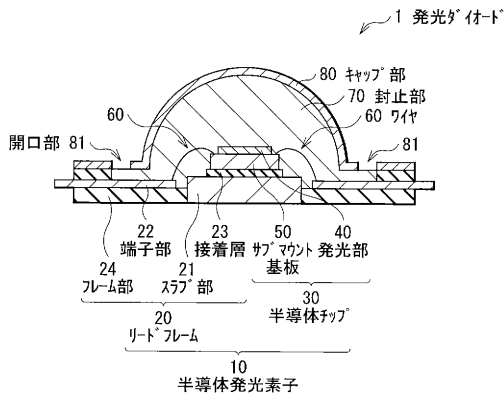
30

40

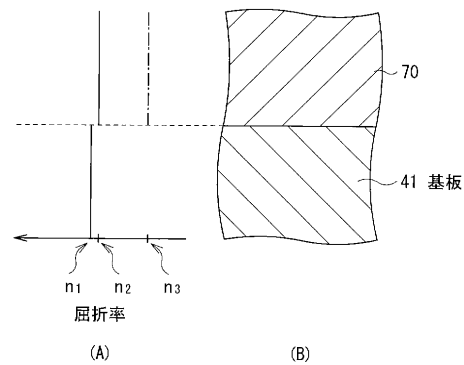
50

サ部、46... p側電極、47... n側電極、50... サブマウント基板、51... 絶縁基板、52... 引出電極、53... パンプ、60... ワイヤ、70... 封止部、70B... 混合溶液、80... キャップ部、81... 開口部、90... 基板、91... 金属板、92... 絶縁層、93... 端子部、94... 接着層、95... 反射構造体、200... オープン、210... 台座、211... 接続端子部、220... 加熱器、221... 上側加熱器、222... 下側加熱器。

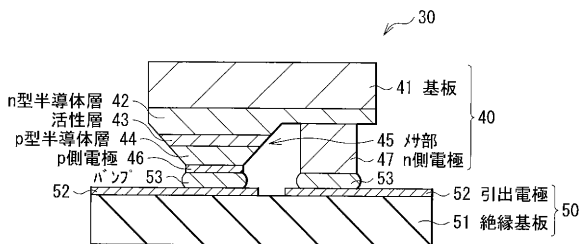
【図1】



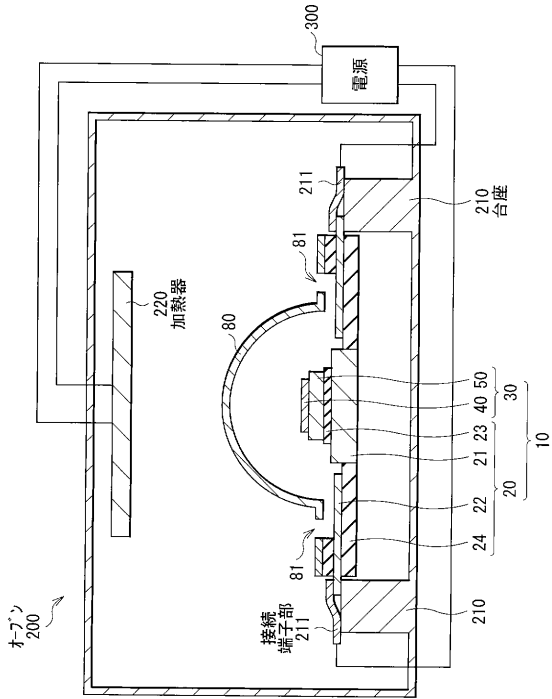
【図3】



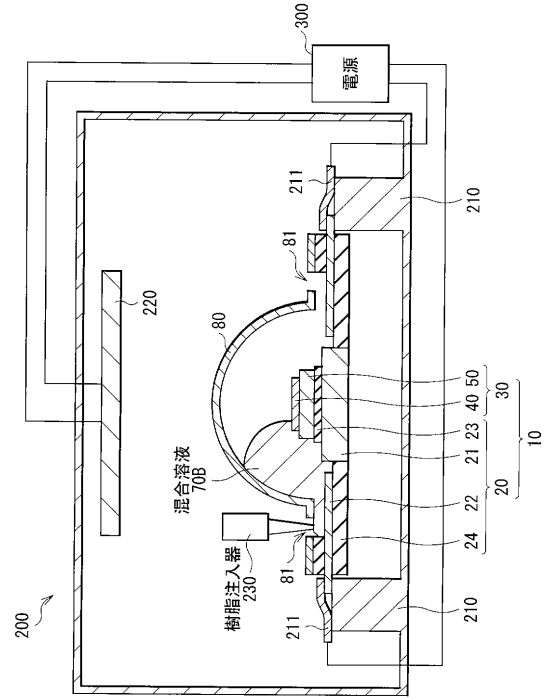
【図2】



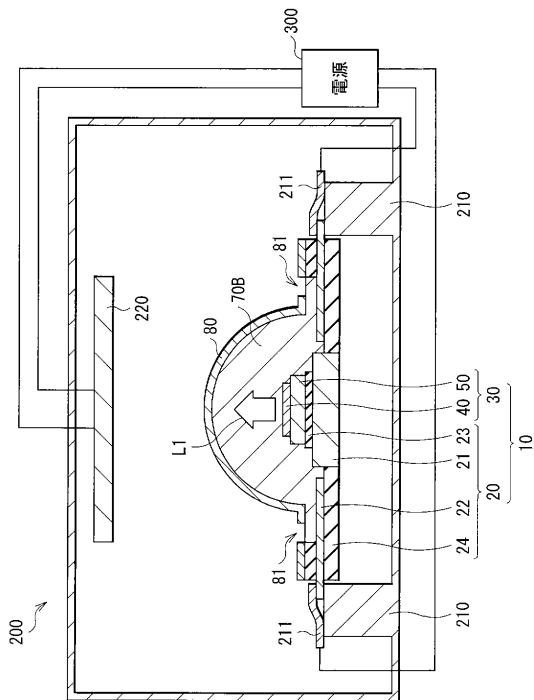
【 図 4 】



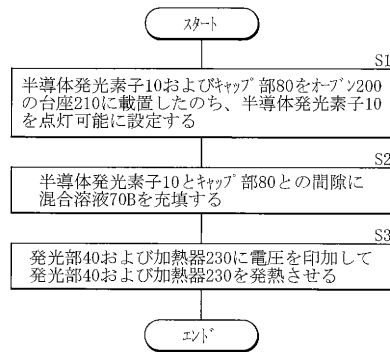
【 図 5 】



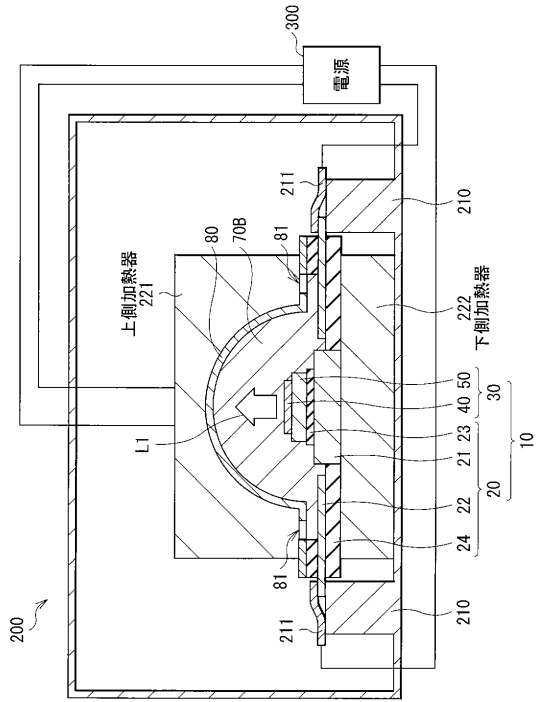
【 図 6 】



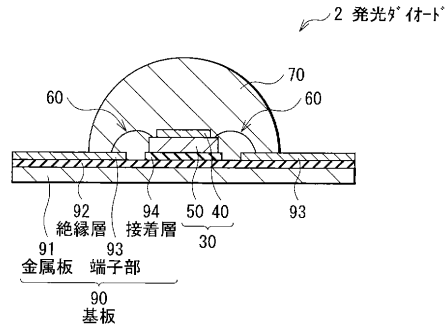
【 図 7 】



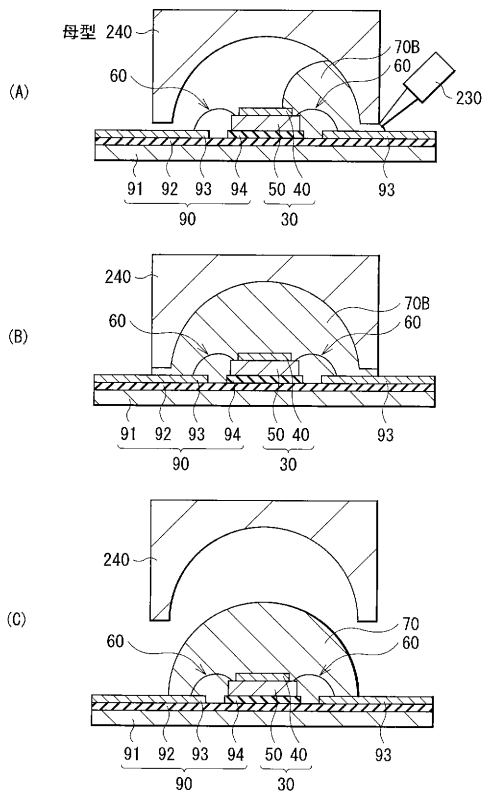
【 図 8 】



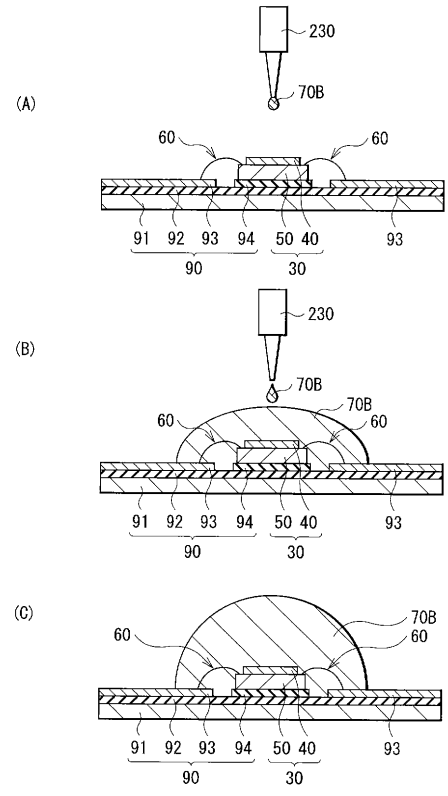
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(72)発明者 名田 直司

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA03 AA44 CA40 DA02 DA04 DA07 DA12 DA17 DA19 DA20
DA36 DA42 DA44 DA45 DA46 DA57 DA59 DB09